

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-064654

(43)Date of publication of application : 26.02.2004

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

(21)Application number : 2002-223491 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

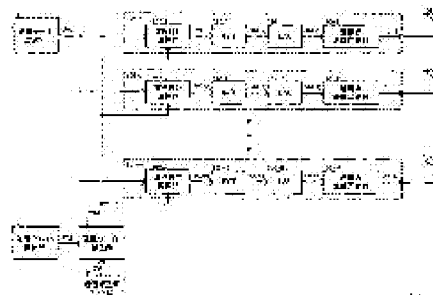
(22)Date of filing : 31.07.2002 (72)Inventor : MIYOSHI KENICHI

## (54) MULTI-CARRIER TRANSMISSION DEVICE AND METHOD THEEROF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve a desired transmission rate without placing a plurality of transmission antennas in some distance.

SOLUTION: A stream replicating portion 140-1 replicates as many streams #A as the transmission antennas to be outputted to an adding portion 160-1 and a delay portion 152. A stream replicating portion 140-2 replicates as many streams #B as the transmission antennas to be outputted to the adding portion 160-1 and a delay portion 154. The delay portions 152 and 154 respectively delay transmission timings of the streams #A and #B by delay time determined by a delay time determining portion 158. At this time, the delay times of the streams #A and #B determined by the delay time determining portion 158 are different from each other.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-64654

(P2004-64654A)

(43) 公開日 平成16年2月26日 (2004.2.26)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H04J 11/00F I  
H04J 11/00 Zテーマコード (参考)  
5K022

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-223491 (P2002-223491)  
(22) 出願日 平成14年7月31日 (2002.7.31)(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(74) 代理人 100105050  
弁理士 鷲田 公一  
(72) 発明者 三好 憲一  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内  
Fターム (参考) 5K022 DD01 DD13 DD23

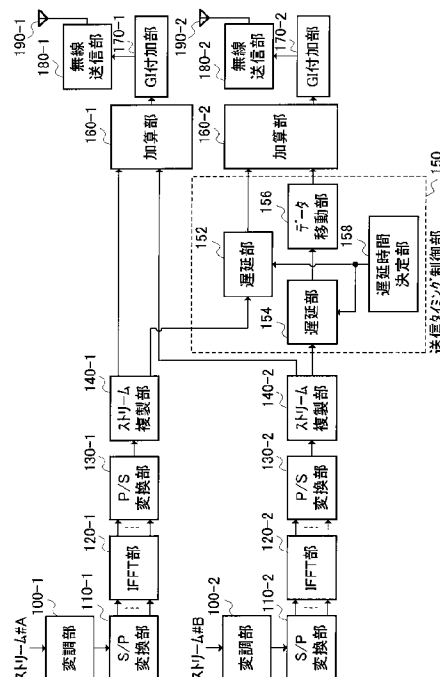
(54) 【発明の名称】 マルチキャリア送信装置およびマルチキャリア送信方法

(57) 【要約】

【課題】 複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成すること。

【解決手段】 ストリーム複製部140-1は、ストリーム#Aを送信アンテナと同じ数（本実施の形態では2）だけ複製し、加算部160-1および遅延部152へ出力する。ストリーム複製部140-2は、ストリーム#Bを送信アンテナと同じ数（本実施の形態では2）だけ複製し、加算部160-1および遅延部154へ出力する。遅延部152および遅延部154は、それぞれストリーム#Aおよびストリーム#Bの送信タイミングを、遅延時間決定部158によって決定された遅延時間だけ遅延させる。このとき、遅延時間決定部158によって決定されるストリーム#Aおよびストリーム#Bの遅延時間は、それぞれ異なっている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のアンテナから複数系列のデータを送信するマルチキャリア送信装置であって、前記複数系列のデータの各々の系列のデータを前記複数のアンテナから送信するために複製する複製手段と、複製されて得られた各系列のデータの送信タイミングが各アンテナごとに異なるように制御する制御手段と、複製されて得られた各系列のデータを前記送信タイミングで前記複数のアンテナから送信する送信手段と、を有することを特徴とするマルチキャリア送信装置。

10

**【請求項 2】**

前記制御手段は、各アンテナから送信される各系列のデータについてそれぞれ異なる遅延時間を決定する遅延時間決定部と、決定された遅延時間だけ各系列のデータを遅延する遅延部と、を有することを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

**【請求項 3】**

前記制御手段は、遅延された各系列のデータについて遅延時間の差に対応する部分のデータを移動して見かけ上の送信タイミングを揃えるデータ移動部、をさらに有することを特徴とする請求項 2 記載のマルチキャリア送信装置。

20

**【請求項 4】**

前記遅延時間決定部は、通信相手局から報告される遅延プロファイル情報に基づいて遅延時間を決定することを特徴とする請求項 2 記載のマルチキャリア送信装置。

**【請求項 5】**

前記複数系列の各系列のデータは、周波数が異なる複数のサブキャリアにデータを重畳して得られる OFDM 信号であることを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

**【請求項 6】**

前記送信手段は、複製されて得られた各系列のデータを加算する加算部、を有し、加算後のデータを前記送信タイミングで前記複数のアンテナから送信することを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア送信装置。

30

**【請求項 7】**

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする移動局装置。

**【請求項 8】**

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有することを特徴とする基地局装置。

40

**【請求項 9】**

複数のアンテナから複数系列のデータを送信するマルチキャリア送信方法であって、前記複数系列のデータの各々の系列のデータを前記複数のアンテナから送信するために複製するステップと、複製して得られた各系列のデータの送信タイミングが各アンテナごとに異なるように制御するステップと、複製して得られた各系列のデータを前記送信タイミングで前記複数のアンテナから送信するステップと、を有することを特徴とするマルチキャリア送信方法。

**【発明の詳細な説明】**

50

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチキャリア送信装置およびマルチキャリア送信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、無線通信システムにおける伝送レートを向上するための技術として、送信装置に複数の送信アンテナを配置し、各送信アンテナからそれぞれ異なる信号を同一周波数で送信するMIMO (Multi Input Multi Output) 通信やSTC (Space Time Coding) を用いた通信などが検討されている。

【0003】

これらの技術は、送信装置に複数の送信アンテナを配置する点で共通しており、さらに、各送信アンテナ間が一定距離以上離れていなければ効果が得られない点で共通している。すなわち、例えばMIMO通信においては、複数の送信アンテナを互いに一定距離以上離して配置することにより、送信アンテナと受信アンテナ間のフェージングの相関が低くなるため、受信装置は、各送信アンテナから送信された信号を分離することができ、1つの送信アンテナで通信を行う場合と比較して、送信アンテナ数倍の高い伝送レートで無線通信を行うことができる。

【0004】

また、上述のようなMIMO通信やSTC通信にOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 変調などのマルチキャリア変調を適用する場合も同様に、各送信アンテナを互いに一定距離以上離して配置することにより、各送信アンテナから送信される各キャリアの信号がそれぞれ異なるパターンの周波数選択性フェージングの影響を受け、各キャリアに関する送信アンテナと受信アンテナ間のフェージングの相関が低くなるため、受信装置は、各送信アンテナから送信された信号を分離することができ、1つの送信アンテナで通信を行う場合と比較して、送信アンテナ数倍の高い伝送レートで無線通信を行うことができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、無線通信システムにおいて用いられる携帯電話などの移動局装置は、小型化の一途をたどっており、複数の送信アンテナを離して配置するには一定の限界があるという問題がある。したがって、送信アンテナと受信アンテナ間のフェージングの相関が高くなり、たとえMIMO通信やSTC通信を行っても、所望の伝送レートを達成することができない場合がある。

【0006】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成することができるマルチキャリア送信装置およびマルチキャリア送信方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明のマルチキャリア送信装置は、複数のアンテナから複数系列のデータを送信するマルチキャリア送信装置であって、前記複数系列のデータの各々の系列のデータを前記複数のアンテナから送信するために複製する複製手段と、複製されて得られた各系列のデータの送信タイミングが各アンテナごとに異なるように制御する制御手段と、複製されて得られた各系列のデータを前記送信タイミングで前記複数のアンテナから送信する送信手段と、を有する構成を採る。

【0008】

この構成によれば、複数系列のデータの各々の系列のデータを複数のアンテナと同じ数だけ複製し、得られた各系列のデータの送信タイミングが各アンテナごとに異なるように制御して送信するため、各系列のデータを送信タイミングに差をつけて複数のアンテナから送信することになり、遅延波が存在する状態と同じ状態で送信したものと見なすことがで

10

20

30

40

50

き、これにより、複数のアンテナから送信されるデータが影響を受けるフェージングの相関が低くなり、複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成することができる。

【0009】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記制御手段は、各アンテナから送信される各系列のデータについてそれぞれ異なる遅延時間を決定する遅延時間決定部と、決定された遅延時間だけ各系列のデータを遅延する遅延部と、を有する構成を採る。

【0010】

この構成によれば、各アンテナから送信される各系列のデータについてそれぞれ異なる遅延時間を決定して遅延するため、各系列のデータについて各アンテナごとの送信タイミングに確実に差をつけて送信することができる。

10

【0011】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記制御手段は、遅延された各系列のデータについて遅延時間の差に対応する部分のデータを移動して見かけ上の送信タイミングを揃えるデータ移動部、をさらに有する構成を採る。

【0012】

この構成によれば、遅延された各系列のデータについて遅延時間の差に対応する部分のデータを移動して見かけ上の送信タイミングを揃えるため、遅延時間の差に対応する部分のデータが、後に続くデータに干渉を与えることを防止することができる。

【0013】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記遅延時間決定部は、通信相手局から報告される遅延プロファイル情報に基づいて遅延時間を決定する構成を採る。

20

【0014】

この構成によれば、通信相手局から報告される遅延プロファイル情報に基づいて遅延時間を決定するため、例えばOFDM変調された信号を伝送する場合、受信側に最も遅れて到達する最大遅延波の遅延時間がガードインターバル長を超えることがなく、マルチパスによる干渉の発生を抑制することができる。

【0015】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記複数系列の各系列のデータは、周波数が異なる複数のサブキャリアにデータを重畳して得られるOFDM信号である構成を採る。

30

【0016】

この構成によれば、各系列のデータは、周波数が異なる複数のサブキャリアにデータを重畳して得られるOFDM信号であるため、1つのサブキャリアに注目すると、各系列間で周波数選択性フェージングの相関が低く、複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成することができる。

【0017】

本発明のマルチキャリア送信装置は、前記送信手段は、複製されて得られた各系列のデータを加算する加算部、を有し、加算後のデータを前記送信タイミングで前記複数のアンテナから送信する構成を採る。

【0018】

この構成によれば、複製されて得られた各系列のデータを加算して送信するため、各系列のデータを含む信号を複数のアンテナから確実に送信することができる。

40

【0019】

本発明の移動局装置は、上記のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を採る。

【0020】

この構成によれば、上記のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置と同様の作用効果を、移動局装置において実現することができる。

【0021】

本発明の基地局装置は、上記のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置を有する構成を

50

採る。

#### 【0022】

この構成によれば、上記のいずれかに記載のマルチキャリア送信装置と同様の作用効果を、基地局装置において実現することができる。

#### 【0023】

本発明のマルチキャリア送信方法は、複数のアンテナから複数系列のデータを送信するマルチキャリア送信方法であって、前記複数系列のデータの各々の系列のデータを前記複数のアンテナから送信するために複製するステップと、複製して得られた各系列のデータの送信タイミングが各アンテナごとに異なるように制御するステップと、複製して得られた各系列のデータを前記送信タイミングで前記複数のアンテナから送信するステップと、を有するようにした。

10

#### 【0024】

この方法によれば、複数系列のデータの各々の系列のデータを複数のアンテナと同じ数だけ複製し、得られた各系列のデータの送信タイミングが各アンテナごとに異なるように制御して送信するため、各系列のデータを送信タイミングに差をつけて複数のアンテナから送信することになり、遅延波が存在する状態と同じ状態で送信したものと見なすことができ、これにより、複数のアンテナから送信されるデータが影響を受けるフェージングの相関が低くなり、複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成することができる。

#### 【0025】

20

#### 【発明の実施の形態】

本発明者は、複数の送信アンテナから複数系列のデータを送信する際に、各系列のデータごとに送信タイミングの差をつけて複数の送信アンテナから送信することは、各系列のデータがそれぞれ異なるパスを伝送されることと等価であり、各系列のデータが異なるパターンの周波数選択性フェージングを受けることに着目して本発明をするに至った。

#### 【0026】

すなわち、本発明の骨子は、複数の送信アンテナから送信すべきデータをそれぞれ送信アンテナと同じ数だけ複製し、複製されたデータの送信タイミングがそれぞれ異なるように制御した上で各送信アンテナから送信することである。

#### 【0027】

30

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【0028】

##### （実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置の要部構成を示すブロック図である。本実施の形態においては、マルチキャリア送信の一例としてOFDM変調されたデータをMIMOによって送信するマルチキャリア送信について説明する。

#### 【0029】

図1に示すマルチキャリア送信装置は、変調部100-1～2、S/P（Serial/Parallel：直/並列）変換部110-1～2、IFFT（Inverse Fast Fourier Transform：逆高速フーリエ変換）部120-1～2、P/S（Parallel/Serial：並/直列）変換部130-1～2、ストリーム複製部140-1～2、送信タイミング制御部150、加算部160-1～2、GI（Guard Interval：ガードインターバル）付加部170-1～2、無線送信部180-1～2、および送信アンテナ190-1～2を有しており、さらに、送信タイミング制御部150は、遅延部152、遅延部154、データ移動部156、および遅延時間決定部158を有している。なお、以下の説明においては、変調部100-1に入力され、P/S変換部130-1から出力されるデータの流れを「ストリーム#A」といい、変調部100-2に入力され、P/S変換部130-2から出力されるデータの流れを「ストリーム#B」という。

40

#### 【0030】

50

変調部 100-1~2 は、それぞれストリーム # A およびストリーム # B を変調する。S/P 変換部 110-1~2 は、それぞれストリーム # A およびストリーム # B を S/P 変換し、複数系列のデータを得る。IFFT 部 120-1~2 は、それぞれ対応するストリームの複数系列のデータを逆高速フーリエ変換する。P/S 変換部 130-1~2 は、それぞれ対応するストリームの逆高速フーリエ変換後のデータを P/S 変換し、1 系列のデータを得る。ストリーム複製部 140-1 は、ストリーム # A を送信アンテナと同じ数（本実施の形態では 2）だけ複製し、加算部 160-1 および遅延部 152 へ出力する。ストリーム複製部 140-2 は、ストリーム # B を送信アンテナと同じ数（本実施の形態では 2）だけ複製し、加算部 160-1 および遅延部 154 へ出力する。

【0031】

送信タイミング制御部 150 は、送信アンテナ 190-2 から送信されるデータの送信タイミングを制御する。具体的には、遅延部 152 および遅延部 154 は、それぞれストリーム # A およびストリーム # B の送信タイミングを、遅延時間決定部 158 によって決定された遅延時間だけ遅延させる。このとき、遅延時間決定部 158 によって決定されるストリーム # A およびストリーム # B の遅延時間は、それぞれ異なっている。換言すれば、遅延部 152 によって遅延されるストリーム # A と遅延部 154 によって遅延されるストリーム # B とは、異なる送信タイミングを有している。

【0032】

これにより、送信アンテナ 190-1 から送信されるストリーム # A と送信アンテナ 190-2 から送信されるストリーム # A との送信タイミングは異なることになり、同様に、送信アンテナ 190-1 から送信されるストリーム # B と送信アンテナ 190-2 から送信されるストリーム # B との送信タイミングは異なることになる。さらに、送信アンテナ 190-2 から送信されるストリーム # A およびストリーム # B の送信タイミングも異なることになる。これは、ストリーム # A およびストリーム # B を送信アンテナ 190-1 から送信するとともに、それぞれのストリームについて遅延時間の異なる遅延波を送信アンテナ 190-2 から送信することと等価である。

【0033】

なお、本実施の形態においては、ストリーム # A よりもストリーム # B の遅延時間の方が大きいものとする。また、ストリーム # A およびストリーム # B の遅延時間は、GI 付加部 170-1~2 によって付加されるガードインターバル長を超えないものとする。データ移動部 156 は、ストリーム # B について、ストリーム # A との遅延時間の差の部分のデータを移動し、ストリーム # A およびストリーム # B の見かけ上の送信タイミングを揃える。これにより、ストリーム # B におけるストリーム # A との遅延時間の差に対応する部分のデータが、後に続くデータに干渉を与えることを防止できる。

【0034】

加算部 160-1 は、ストリーム # A およびストリーム # B を加算する。加算部 160-2 は、送信タイミングが制御されたストリーム # A およびストリーム # B を加算する。GI 付加部 170-1~2 は、それぞれ加算部 160-1~2 によって加算が行われて得られたデータにガードインターバルを付加する。無線送信部 180-1~2 は、それぞれ対応するガードインターバル付加後のデータに対して所定の無線送信処理（D/A 変換、アップコンバートなど）を行い、送信アンテナ 190-1~2 を介して送信する。

【0035】

次いで、上記のように構成されたマルチキャリア送信装置の動作について、図 2 を参照しながら説明する。なお、図 2 において、上段は、送信アンテナ 190-1 から送信されるデータの状態を示しており、下段は、送信アンテナ 190-2 から送信されるデータの状態を示している。

【0036】

まず、ストリーム # A は、変調部 100-1 によって変調され、S/P 変換部 110-1 によって S/P 変換された上で、IFFT 部 120-1 によって逆高速フーリエ変換され、P/S 変換部 130-1 によって P/S 変換される。同様に、ストリーム # B は、変調

10

20

30

40

50

部 1 0 0 - 2 によって変調され、S / P 変換部 1 1 0 - 2 によって S / P 変換された上で、I F F T 部 1 2 0 - 2 によって逆高速フーリエ変換され、P / S 変換部 1 3 0 - 2 によって P / S 変換される。これにより、ストリーム # A およびストリーム # B は、周波数が互いに直交する複数のサブキャリアに重畳された O F D M 信号となる。

【 0 0 3 7 】

そして、ストリーム複製部 1 4 0 - 1 によって、ストリーム # A が送信アンテナと同じ数（本実施の形態では 2）だけ複製され、それぞれ加算部 1 6 0 - 1 および遅延部 1 5 2 へ出力される。同様に、ストリーム複製部 1 4 0 - 2 によって、ストリーム # B が送信アンテナ数と同じ数（本実施の形態では 2）だけ複製され、それぞれ加算部 1 6 0 - 1 および遅延部 1 5 4 へ出力される。

10

【 0 0 3 8 】

そして、図 2 の上段に示すように、加算部 1 6 0 - 1 へ出力されたストリーム # A およびストリーム # B は、加算されて 1 つのデータとなり、さらに、G I 付加部 1 7 0 - 1 によって、データの終端部分がガードインターバルとしてデータの先頭に付加される。

【 0 0 3 9 】

また、遅延時間決定部 1 5 8 は、遅延部 1 5 2 および遅延部 1 5 4 における遅延時間をあらかじめ決定している。ここで、上述したように、本実施の形態においては、遅延部 1 5 2 における遅延時間（すなわち、ストリーム # A の遅延時間）に比較して、遅延部 1 5 4 における遅延時間（すなわち、ストリーム # B の遅延時間）の方が大きいものとする。具体的には、図 2 の下段に示すように、ストリーム # A の遅延時間  $\Delta t_A$  に比較して、ストリーム # B の遅延時間  $\Delta t_B$  の方が大きい。また、遅延時間  $\Delta t_A$  および遅延時間  $\Delta t_B$  は、いずれもガードインターバル長を超えない長さである。

20

【 0 0 4 0 】

そして、遅延部 1 5 2 によって、ストリーム # A が遅延時間決定部 1 5 8 によって決定された遅延時間  $\Delta t_A$  だけ遅延される。同様に、遅延部 1 5 4 によって、ストリーム # B が遅延時間決定部 1 5 8 によって決定された遅延時間  $\Delta t_B$  だけ遅延される。さらに、図 2 の下段に示すように、データ移動部 1 5 6 によって、ストリーム # B におけるストリーム # A との遅延時間の差（ $\Delta t_B - \Delta t_A$ ）の部分のデータが移動され、ストリーム # A およびストリーム # B の見かけ上の送信タイミングが揃えられる。こうして得られたストリーム # A およびストリーム # B は、図 2 の下段に示すように、加算部 1 6 0 - 2 によって加算されて 1 つのデータとなる。この結果得られたデータは、図 2 の上段と比較すると、 $\Delta t_A$  だけ遅れた送信タイミングを有している（ストリーム # B の実際の遅延時間は  $\Delta t_B$ ）。さらに、このデータは、G I 付加部 1 7 0 - 2 によって、データの終端部分がガードインターバルとしてデータの先頭に付加される。

30

【 0 0 4 1 】

このように G I 付加部 1 7 0 - 1 ~ 2 によってガードインターバルが付加されたデータは、それぞれ対応する無線送信部 1 8 0 - 1 ~ 2 によって所定の無線送信処理（D / A 変換、アップコンバートなど）が行われ、送信アンテナ 1 9 0 - 1 ~ 2 を介して送信される。このとき、各データは上述した送信タイミングで送信されるため、送信アンテナ 1 9 0 - 2 から送信されるデータは、送信アンテナ 1 9 0 - 1 から送信されるデータより  $\Delta t_A$  だけ遅れて送信される。

40

【 0 0 4 2 】

したがって、ストリーム # A については、送信アンテナ 1 9 0 - 1 から送信されるとともに、送信アンテナ 1 9 0 - 2 から遅延時間  $\Delta t_A$  だけ遅延された送信タイミングで送信され、ストリーム # B については、送信アンテナ 1 9 0 - 1 から送信されるとともに、送信アンテナ 1 9 0 - 2 から遅延時間  $\Delta t_B$  だけ遅延された送信タイミングで送信されることになる。すなわち、上述したように、ストリーム # A については、直接波とともに遅延時間  $\Delta t_A$  の遅延波が送信され、ストリーム # B については、直接波とともに遅延時間  $\Delta t_B$  の遅延波が送信されることと等価になる。これは、ストリーム # A とストリーム # B が異なるパスを伝送されるものと見なすことができ、各ストリームが影響を受ける周波数選

50



択性フェージングが異なるパターンを有する、すなわち、フェージングの相関が低いこととなる。

#### 【0043】

ここで、例えばストリーム#Aおよびストリーム#Bが、図3(a)に示すようなサブキャリア配置を有するOFDM信号であった場合、各ストリームが異なるパターンの周波数選択性フェージングの影響を受けるため、受信側における各ストリーム（それぞれ、「ストリーム#A'」および「ストリーム#B'」とする）の周波数ごとの受信電力は、図3(b)に示すように、全く異なるパターンとなる。これは、ストリーム#Aが受信側において受信されたストリーム#A'とストリーム#Bが受信側において受信されたストリーム#B'とが影響を受けるフェージングの相関が非常に低いことを意味している。

10

#### 【0044】

このように、本実施の形態によれば、複数のストリームを送信アンテナと同じ数だけ複製し、ストリームごとの複製されて得られたデータをそれぞれ異なる送信タイミングで送信し、かつ、各ストリーム間での送信タイミングにも差をつけて送信するため、受信側においては、ストリームごとに異なる遅延時間の遅延波が受信されることになり、各ストリームが異なるパスを伝送されたものと見なすことができる、換言すれば、送信アンテナと受信アンテナ間のフェージングの相関を低くすることができ、複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成することができる。

#### 【0045】

(実施の形態2)

本発明の実施の形態2の特徴は、受信側から報告される遅延プロファイルの情報に基づいて各ストリームの遅延時間を決定する点である。

20

#### 【0046】

図4は、本実施の形態に係るマルチキャリア送信装置の要部構成を示すブロック図である。なお、同図に示すマルチキャリア送信装置において、図1に示すマルチキャリア送信装置と同じ部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。また、本実施の形態においても実施の形態1と同様に、マルチキャリア送信の一例としてOFDM変調されたデータをMIMOによって送信するマルチキャリア送信について説明する。さらに、本実施の形態においては、受信側は、図4に示すマルチキャリア送信装置から送信された信号の遅延プロファイルを生成し、生成された遅延プロファイルの情報を含む信号を送信しているものとする。

30

#### 【0047】

図4に示すマルチキャリア送信装置は、変調部100-1~2、S/P変換部110-1~2、IFFT部120-1~2、P/S変換部130-1~2、ストリーム複製部140-1~2、送信タイミング制御部150a、加算部160-1~2、GI付加部170-1~2、無線送信部180-1~2、送信アンテナ190-1~2、受信アンテナ200、無線受信部210、および遅延プロファイル情報取得部220を有しており、さらに、送信タイミング制御部150aは、遅延部152、遅延部154、データ移動部156、および遅延時間決定部158aを有している。なお、以下の説明においては、変調部100-1に inputs され、P/S変換部130-1から出力されるデータの流を「ストリーム#A」といい、変調部100-2に inputs され、P/S変換部130-2から出力されるデータの流を「ストリーム#B」という。

40

#### 【0048】

送信タイミング制御部150aは、送信アンテナ190-2から送信されるデータの送信タイミングを、受信側から報告される遅延プロファイルの情報に基づいて制御する。具体的には、遅延時間決定部158aは、受信側から報告される遅延プロファイルの情報に基づいて、受信側で最も遅れて受信される最大遅延波の遅延時間（以下、この遅延時間を「最大遅延時間」という）を算出し、この最大遅延時間がガードインターバル長を超えないようにストリーム#Aおよびストリーム#Bの遅延時間を決定する。遅延部152および遅延部154は、それぞれストリーム#Aおよびストリーム#Bの送信タイミングを、遅

50

延時間決定部 158a によって決定された遅延時間だけ遅延させる。このとき、遅延時間決定部 158a によって決定されるストリーム # A およびストリーム # B の遅延時間は、それぞれ異なっている。換言すれば、遅延部 152 によって遅延されるストリーム # A と遅延部 154 によって遅延されるストリーム # B とは、異なる送信タイミングを有している。

【0049】

これにより、送信アンテナ 190-1 から送信されるストリーム # A と送信アンテナ 190-2 から送信されるストリーム # A との送信タイミングは異なることになり、同様に、送信アンテナ 190-1 から送信されるストリーム # B と送信アンテナ 190-2 から送信されるストリーム # B との送信タイミングは異なることになる。さらに、送信アンテナ 190-2 から送信されるストリーム # A およびストリーム # B の送信タイミングも異なることになる。これは、ストリーム # A およびストリーム # B を送信アンテナ 190-1 から送信するとともに、それぞれのストリームについて遅延時間の異なる遅延波を送信アンテナ 190-2 から送信することと等価である。

10

【0050】

なお、本実施の形態においても、ストリーム # A よりもストリーム # B の遅延時間の方が大きいものとする。また、ストリーム # A およびストリーム # B の遅延時間は、GI 付加部 170-1 ~ 2 によって付加されるガードインターバル長と最大遅延時間との差を超えないものとする。

【0051】

無線受信部 210 は、受信アンテナ 200 を介して受信される、遅延プロファイルの情報を含む信号に対して所定の無線受信処理（ダウンコンバート、A/D 変換など）を行う。遅延プロファイル情報取得部 220 は、無線受信部 210 によって受信された受信信号から、受信側によって生成された遅延プロファイルの情報を取得する。

20

【0052】

次いで、上記のように構成されたマルチキャリア送信装置の遅延時間決定動作について、図 5 を参照しながら説明する。

【0053】

図 5 (a) は、本実施の形態に係るマルチキャリア送信装置から送信された信号を受信する受信装置によって生成される遅延プロファイルの一例を示す図である。同図に示すように、この信号の最大遅延波は、直接波が受信されてから  $t_{MAX}$  だけ遅れて受信される。受信装置は、この遅延プロファイルを含む信号を本実施の形態に係るマルチキャリア送信装置へ送信する。

30

【0054】

送信された信号は、受信アンテナ 200 を介して受信され、無線受信部 210 によって所定の無線処理（ダウンコンバート、A/D 変換など）が行われる。そして、遅延プロファイル情報取得部 220 によって、受信信号に含まれる遅延プロファイルの情報が取得される。取得された遅延プロファイル情報は、遅延時間決定部 158a へ出力される。

【0055】

そして、遅延時間決定部 158a によって、遅延プロファイル情報から最大遅延時間  $t_{MAX}$  が算出され、 $t_{MAX}$  がガードインターバル長  $t_{GI}$  から差し引かれることにより、送信アンテナ 190-2 から送信されるストリーム # A およびストリーム # B の遅延時間の最大値である  $\Delta t_{MAX}$  が算出される（図 5 (b) 参照）。さらに、遅延時間決定部 158a によって、ストリーム # A およびストリーム # B の遅延時間が、 $\Delta t_{MAX}$  以内の値に決定され、それぞれ遅延部 152 および遅延部 154 へ出力される。

40

【0056】

このようにストリーム # A およびストリーム # B の遅延時間を決定することにより、受信側において最大遅延波の遅延時間がガードインターバル長を超えることがなく、マルチパスによる干渉の発生を抑制することができる。

【0057】

50

このように、本実施の形態によれば、受信側において生成された遅延プロファイルの情報に基づいて、すべての遅延波の遅延時間がガードインターバル長を超えない範囲でストリームごとの送信タイミングに差をつけて複数のアンテナから送信するため、複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成することができるとともに、マルチパスによる干渉の発生を抑制し、受信側における受信品質の劣化を防止することができる。

#### 【0058】

なお、上記各実施の形態においては、2つの送信アンテナを有するマルチキャリア送信装置について説明したが、本発明はこれに限定されず、送信アンテナ数は3つ以上でも良い。

10

#### 【0059】

また、上記各実施の形態においては、一方の送信アンテナから送信される複数のストリームは同時に送信される構成としたが、この送信アンテナから送信されるストリーム間にも送信タイミングの差をつけるようにしても良い。その場合には、加算部の前段にデータ移動部を設け、見かけ上の送信タイミングを揃えた上で各ストリームを加算するようにしても良い。

#### 【0060】

さらに、上記各実施の形態においては、MIMO通信を行うマルチキャリア送信装置について説明したが、他にも例えばSTC通信など複数のアンテナから同一周波数の信号を同時に送信することができるマルチキャリア送信装置であれば本発明を適用することができる。

20

#### 【0061】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、複数の送信アンテナ間の距離を離して配置することなく、所望の伝送レートを達成することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置の要部構成を示すブロック図

【図2】実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置の動作を説明するための図

【図3】実施の形態1に係るマルチキャリア送信装置による効果を説明するための図

30

【図4】本発明の実施の形態2に係るマルチキャリア送信装置の要部構成を示すブロック図

【図5】実施の形態2に係るマルチキャリア送信装置の動作を説明するための図

##### 【符号の説明】

100-1、100-2 変調部

110-1、110-2 S/P変換部

120-1、120-2 IFFT部

130-1、130-2 P/S変換部

140-1、140-2 ストリーム複製部

150、150a 送信タイミング制御部

40

152、154 遅延部

156 データ移動部

158、158a 遅延時間決定部

160-1、160-2 加算部

170-1、170-2 GI付加部

180-1、180-2 無線送信部

190-1、190-2 送信アンテナ

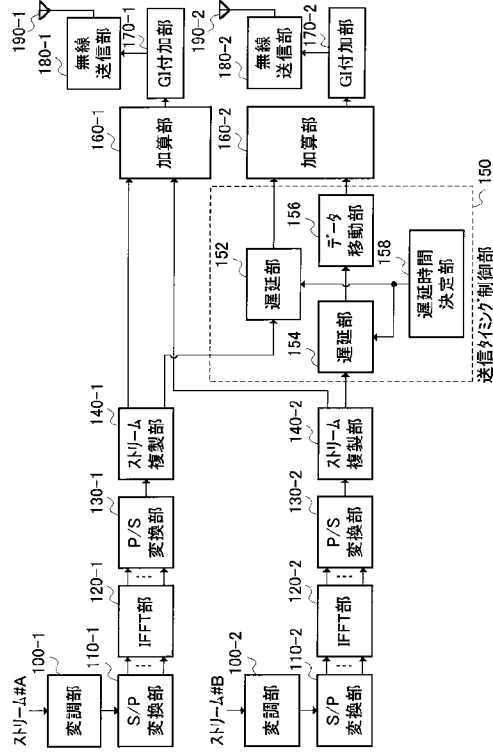
200 受信アンテナ

210 無線受信部

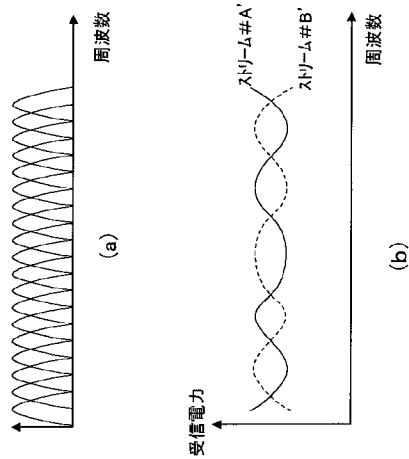
220 遅延プロファイル情報取得部

50

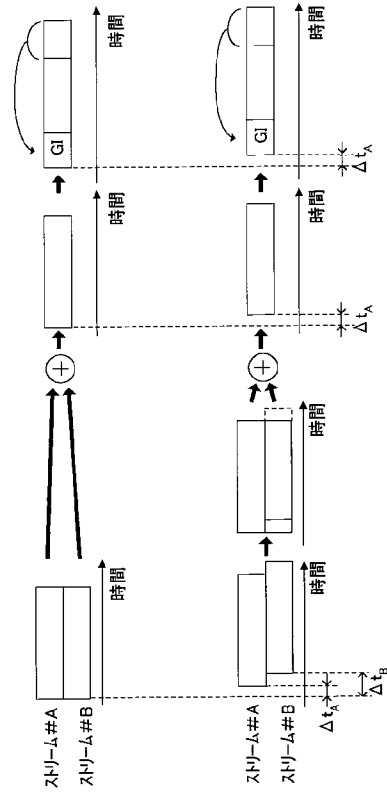
【図 1】



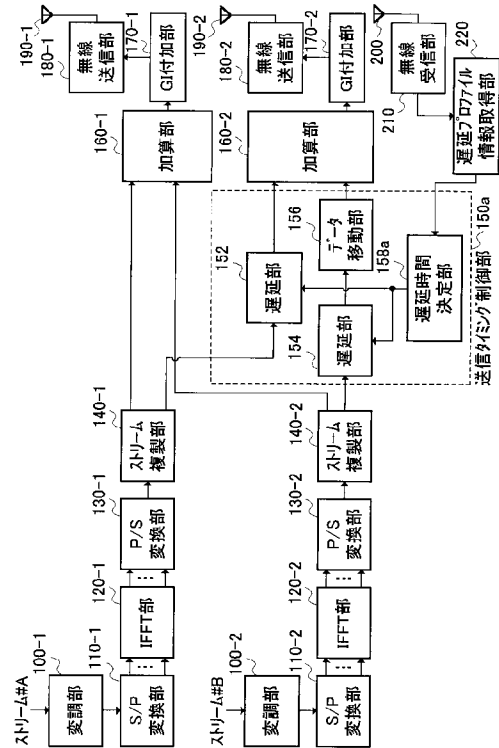
【図 3】



【図 2】



【図 4】



【図 5】

